

УДК 630.374.1

Студ. О.А. Захарова
Рук. А.А. Добрачев
УГЛТУ, Екатеринбург

О ВЫБОРЕ НЕСУЩИХ КАНАТОВ КАБЕЛЬ-КРАНОВ

Канатные установки нашли широкое применение в лесном комплексе на подъемно-транспортных операциях с хлыстами и сортиментами. Наиболее известны и применимы в мировой практике двухмачтовые установки для трелевки леса в горных условиях и в болотистой местности, а также четырехмачтовые установки - кабель-краны и кабельно-мостовые большепролетные краны, применяемые для разгрузки лесовозного транспорта, штабелевки и подачи леса на переработку.

В период 80-х годов прошлого века кабельные установки были вытеснены рельсовыми кранами. Современные лесопромышленные предприятия в подавляющем большинстве имеют порядка 25-100 тыс. м³ объема лесозаготовок и лесопереработки, поэтому содержание кранового хозяйства для них непосильно. В связи с этим подвесные канатные установки постепенно восстанавливают свое присутствие в лесном комплексе благодаря относительной дешевизне и возможности управления ими с земли, что облегчает их эксплуатацию. Одной из наиболее распространенных подвесных кабельных установок является кабель-кран КК-20 (рис. 1), применяемый на разгрузке лесовозного транспорта, создании запасов хлыстов или сортиментов и подаче леса в раскряжевку.

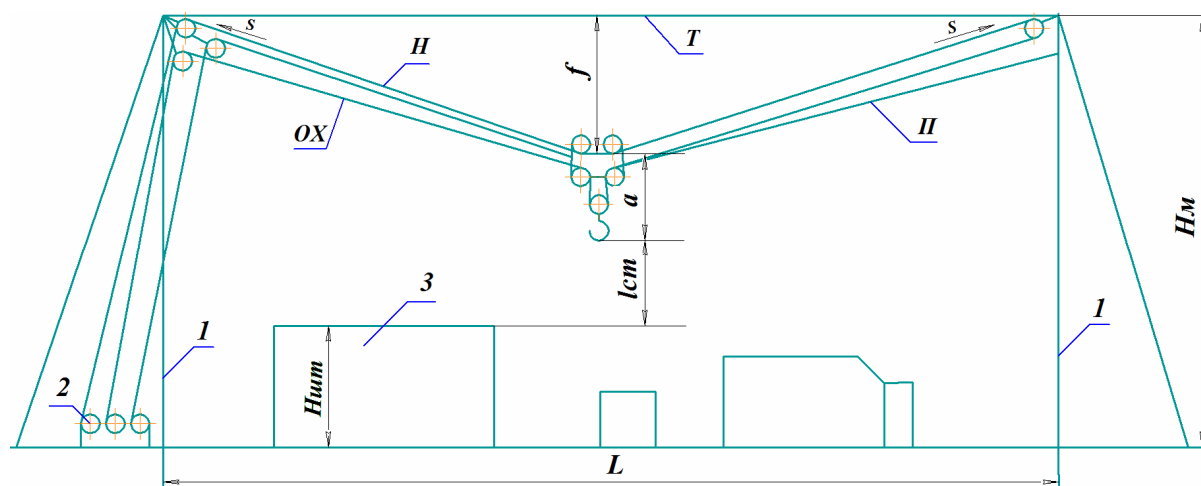


Рис. 1. Кабельно-козловой кран КК-20:

1 – мачта; 2 – лебедка; 3 – штабель.

Канаты: Н – несущий; Т – тяговый; П – подъемный; ОХ – обратного хода:

H_m – высота мачт; $H_{шт}$ – высота штабеля; l_{cm} – высота строп; a – высота тележки.

Пролет: 70–100 м, грузоподъемность: 20000 кг

Наиболее дорогостоящим узлом кабельных установок является несущий канат, что связано с особенностями его конструкции.

Стоимость каната зависит от его диаметра. В свою очередь, увеличение диаметра каната приводит к возрастанию его веса, что непосредственно усиливает его собственное натяжение и снижает полезную нагрузку. Кроме того, более толстый канат требует увеличения размеров и веса блоков, катков, оголовников мачт, более сложен для сплетки и крепления к анкерным опорам.

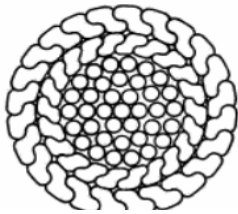


Рис. 2. Сечение каната закрытого типа

В качестве несущих в кабель-кранах применяются канаты ГОСТ 18901-73 «Закрытый несущий с двумя слоями зетобразной проволоки и сердечником типа ТК» (рис. 2). Зависимость натяжения нити S_0 от величины стрелы провисания f показывает, что с увеличением стрелы провисания натяжение каната может быть существенно снижено [1] и это определяется формулой Леонардо Эйлера:

$$S_0 = \frac{gL^2}{8f}, \quad (1)$$

где L – пролет между опорами, м; g – вес 1 метра каната, Н.

По данной формуле можно сделать вывод, что ни одну нить невозможно натянуть без стрелы провисания, иначе она порвется.

Таким образом, увеличивая стрелу провисания в пределах, не нарушающих технологических параметров канатной установки, можно снизить диаметр и вес несущего каната, следовательно, его влияние на величину натяжения. Рассмотрим это предположение на примере кабель-крана КК-20, у которого (рис. 1) возможно повысить величину стрелы провисания на значение, равное:

$$f = H_M - H_{шт} - a - L_{см}, \text{ м; т. е. } 6 \text{ м.} \quad (2)$$

Проведем расчет натяжения канатов и выбор их сечений для пролетов 100, 150 и 200 м и стрел провисания от 1 до 6 м. Диаметры несущих канатов выбираем по ГОСТ 18901-73, граничным значением считаем предел прочности каната на растяжение с коэффициентом запаса прочности 3. Формула для равновысоких мачт [2]:

$$S = \frac{L}{4f} \left(Q_p + \frac{qL}{2} \right) - P_0, \quad (3)$$

где Q_p – общая нагрузка = $Mm_0 = 20,5 \text{ т} = 20500 \text{ кг}$;

M – вес груза = 20 т; m_0 – вес тележки = 0,5 т;

d – диаметр каната: $d_1 = 38,5 \text{ мм}$; $d_2 = 45 \text{ мм}$; $d_3 = 54 \text{ мм}$;

q – вес 1 м несущего каната: $q_1 = 8,5815 \text{ кг}$; $q_2 = 11,4272 \text{ кг}$;

$q_3 = 16,6791 \text{ кг}$;

f – стрела провисания = 1, 2, 3, 4, 5, 6 м;

P_0 – натяжение подъемного каната = $mg/\eta = Qpg/\eta = 50225 \text{ Н}$,

где η – коэффициент полезного действия полиспаста = 4;
 g – ускорение свободного падения = 9,8 м/с²;
 $S_{n.n}$ – площадь поперечного сечения каната = $\pi d^2 / 4$;
 $S_{n.n1} = 116,4$ мм²; $S_{n.n2} = 159$ мм²; $S_{n.n3} = 229$ мм²;
 $N_{допуск.}$ – допускаемое напряжение;
 $N_{\partial.1} = 1175$ Н/мм²; $N_{\partial.2} = 1565$ Н/мм²; $N_{\partial.1} = 2290$ Н/мм²;
 $G_{разрывн.}$ – разрывное усилие = $S \cdot N_{допуск.}$;
 $G_{p.1} = 136719$ Н (трехкратное = 410157 Н); $G_{p.2} = 248505$ Н (трехкратное = 746505 Н); $G_{p.3} = 524410$ Н (трехкратное = 1573230 Н).

Расчетные величины натяжения канатов при пролете 100 м и различных значениях стрелы провисания приведены в табл. 1, 2, 3.

Таблица 1

При $q1 = 8,5815$

$f, \text{ м}$	1	2	3	4	5	6
$S, \text{ Н}$	473001,9	211388	124184	80581,72	54420,38	36979,48
При пролете 1 м при этом диаметре канат порвется, так как превышено трехкратное разрывное усилие						

Таблица 2

При $q2 = 11,4272$

$f, \text{ м}$	1	2	3	4	5	6
$S, \text{ Н}$	476559	213167	125369,7	81471	55131,33	37572,33

Таблица 3

При $q3 = 16,6791$

$f, \text{ м}$	1	2	3	4	5	6
$S, \text{ Н}$	483123,9	216449,4	127558	83112,22	56444,78	38666,48

В табл. 4 приведены расчетные данные допускаемого напряжения и показано трехкратное разрывное усилие для канатов.

Таблица 4

Диаметр сечения, мм	Площадь сечения, мм ²	Допускаемое напряжение Н/мм ²	Разрывное усилие, Н	Трехкратное разрывное усилие, Н
38,5	116	1175	136719	410157
45	159	1565	248505	746505
54	229	2290	524410	1573230

Построен график зависимостей, где указан разрывной предел, вошедший в график для d_1 с учетом трехкратного разрывного усилия, (табл. 1, 2, 3) (рис. 3).

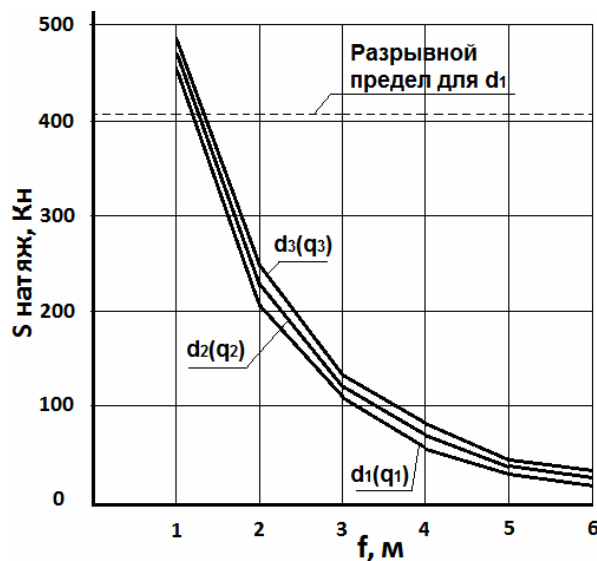


Рис. 3. Зависимость разрывного усилия канатов диаметром d_1 , d_2 и d_3 от стрелы их провисания

Аналогично были произведены расчеты натяжения несущего каната и построены графики для $L=150$ м и 200 м, где были выявлены разрывные пределы.

Из графика следует, что разрывное усилие всех трех диаметров канатов обеспечивает их прочность при заданных параметрах нагружения, кроме случая, когда стрела провисания составляет 1 м и менее.

На основании расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Натяжение несущих канатов четырехмачтовых кранов изменяется в больших пределах в зависимости от стрелы провисания, и в меньшей степени - в зависимости от веса самого каната.
2. Для кабель-крана КК-20 с пролетом 100 м возможно применение каната диаметром $38,5$ мм, вместо применяемого в серийном исполнении каната диаметром 54 мм.

Библиографический список

1. Таубер Б.А. Подъемно-транспортные машины. М.: ИЛП, 1970. 480 с.
2. Гороховский К.Ф., Лившиц И.В. Машины и оборудование лесосечных и лесоскладских работ. М.: Экология, 1991. 524 с.